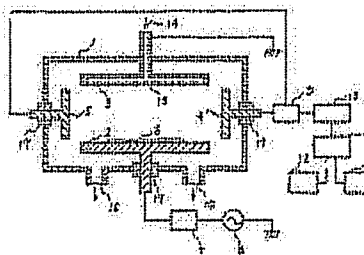


**DRY-ETCHING DEVICE****Publication number:** JP62007131 (A)**Publication date:** 1987-01-14**Inventor(s):** OHARA KAZUHIRO; OTSUBO TORU**Applicant(s):** HITACHI LTD**Classification:****- international:** H01L21/302; H01L21/3065; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/302**- European:****Application number:** JP19850144671 19850703**Priority number(s):** JP19850144671 19850703**Abstract of JP 62007131 (A)**

**PURPOSE:** To control the production ratio of ion to radical by a method wherein a dry etching device is provided with a means to control the temperature of electrons in plasma, and they are produced in a plasma by controlling the temperature of the electrons. **CONSTITUTION:** Parallel, flat type electrodes 2 and 3 and half-cylindrical electrodes 4 and 5 are provided in a processing chamber 1 facing each other, which is held airtight against atmosphere. A semiconductor substrate 6 to be processed is placed on the electrode 2. Etching gas 14 is introduced between a pair of the electrodes. Ions are produced more if the temperature of electrons of plasma is high when high-frequency electric power is applied to the electrode 2. Radicals are produced more if the temperature of electrons is low. When regular high-frequency electric power is applied to a pair of electrodes, the temperature of electrons shows a single distribution. When the high-frequency voltage is increased, the distribution shifts to the area where the temperature of electrons is high, with increased production rate of ions and decreased production rate of radicals.



---

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-7131

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

③ 公開 昭和62年(1987)1月14日

H 01 L 21/302

C-8223-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 ドライエッチング装置

⑯ 特 願 昭60-144671

⑰ 出 願 昭60(1985)7月3日

⑱ 発 明 者 大 原 和 博 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 大 坪 徹 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明 細 書

1 発明の名称 ドライエッチング装置

2 特許請求の範囲

1 真空処理室内に被エッチング処理基板が載置され、高周波電力が印加される陰極と陽極とから成る平行平板型電極構造を備えたドライエッチング装置において、前記陽極と陰極との間に生じるプラズマの電子温度を制御する電子温度制御手段を設けたことを特徴とするドライエッチング装置。

2 前記電子温度制御手段は、前記高周波電力とは別の高周波電力を振幅変調してプラズマに供給することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のドライエッチング装置。

3 前記電子温度制御手段は、前記プラズマ内の磁界強度の強弱を周期的に変化することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のドライエッチング装置。

3 発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明はドライエッチング装置に係り、特に、半導体基板の微細加工に好適なドライエッチング装置に関する。

〔発明の背景〕

ドライエッチングでは、基板に入射するイオンのエネルギーおよびイオンとラジカルの生成割合がエッチング特性に大きな影響をおよぼす。たとえばAL膜のエッチングを例に説明すると、AL膜のエッチング面には、表面に形成したレジストマスクによるガスやエッチングガスにより発生した重合膜が付着している。イオンの衝撃によりこの重合膜が除去されると、ALは塩素ラジカルと反応してエッチングが進行する。この時、塩素ラジカルの割合が多すぎると炭素を核とした重合膜の形成が押えられ、エッチングパターンの両サイドもラジカルによりエッチングされる。そのため微細パターンの加工が難しくなる。逆にイオンの割合が多すぎると、パターン側面に形成される重合膜は除去されず、底面のイオン衝撃を受ける面のみ重合膜が除去され

てエッチングが進行するため、寸法精度の高いエッチングができる。しかしイオン衝撃の割合が多くなるため、下地もよくエッチングされて選択比が悪くなる。このように寸法精度が高く、かつ良好な選択比でエッチングするためには、イオンとラジカルの割合が重要な要素となる。

従来の装置では、特開昭 57-99743 号公報に記載されているように、エッチング処理室の電極間に外部磁界を加えることにより、プラズマ密度を高くして比較的低压条件で粒子の平均自由行程を長くし、イオン衝撃によるエッチングの寄与率を高めて高精度のエッチングをねらったものがある。

また、2組の電極を持つドライエッチング装置では、特開昭 59-84528 号公報に記載されているように、反応性イオンエッチングと誘導放電によるプラズマエッチングとを選択的に使用することにより、それぞれの長所すなわち高精度、高選択比を生かしたエッチングを行ったり、米国特許 4,464,223 号公報に記載されているよ

うに、一方の電極がプラズマの発生を分担し、他の一組の電極が基板に入射するイオンのエネルギーを制御するようにしている。特に後者の場合には、基板に入射するイオンエネルギーとイオン量を各電極で個別に制御できるといった利点がある。

しかし、これらの装置では基板に入射するイオンとラジカルの生成割合を制御するという点については配慮されていなかった。

したがって、プラズマ発生手段に印加する高周波電力を増大してエッチング速度を上げると、基板に入射するイオンの割合が増え、ラジカルの生成割合が低下するため、選択比が低下するといった問題があった。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、イオンとラジカルの割合を制御し得るドライエッチング装置を提供することにある。

#### 〔発明の概要〕

プラズマを発生させる電極に大電力が印加さ

れるとプラズマと電極間のシースにかかる電圧が高くなり、電子の加速も大きくなるため、プラズマ中の電子温度が高くなる。逆に、高周波電力を小さくすると電子温度は低くなる。このように電子温度が異なると、プラズマ中で発生するイオンとラジカルの発生割合が変化する。たとえば、電子温度が高いとイオンが多く発生し、低いとラジカルが多く発生する。

そこで本発明では、ドライエッチング装置にプラズマの電子温度を制御する手段を設け、電子温度を制御してプラズマ中で発生するイオンとラジカルの発生割合を制御するようにした。

#### 〔発明の実施例〕

以下、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。

第1図は本発明の第1の実施例に係るドライエッチング装置の構成図である。第1図において、大気に対して気密性の保たれた処理室1内に平行平板型電極2と3及び半円筒型の電極4と5が対向して設置されており、電極2上には

被処理物である半導体基板6が載置される。電極2は、マッチングボックス7を介して高周波電源8に接続されており、電極3はアースに接地されている。また、半円筒型電極4と5は、マッチングボックス9を介して高周波パワーアンプ10に接続されており、標準信号発生器11の信号は変調信号発生器12からの信号に従い、AM変調器13でAM変調されて高周波パワーアンプ10に供給され、電極4と5の間には第2図に示すような、AM変調された高周波電力が印加される。電極3にはエッチングガス14の供給口15が設けられており、処理室1には排気口16が設けられ、真空雰囲気中の処理室1内に所定の圧力でエッチングガス14が供給される構造を有している。尚、17は絶縁体である。

前述のような構成において、半導体基板6をエッチングする場合の作用について以下に説明する。

真空雰囲気中に設置された一対の電極間にエッチングガスを導入し、電極2に高周波電力を

印加した時に形成されるプラズマの電子温度が高いとイオンが多く生成され、電子温度が低いとラジカルが多く生成される。一对の電極に通常の高周波電力（正弦波電圧）を印加する場合は、電子温度は第3図の破線Aで示すような単一の分布を示す。エッチングの高速化を図って高周波電圧を増加させると、電子温度分布Aは電子温度の高い方へ移行してイオンの生成割合が増大し、ラジカルの生成割合が減少する。この雰囲気中で半導体基板6をエッチングすれば、イオン衝撃の割合が増大するため選択比が低下する。

次に、本実施例によるAM変調をかけた高周波電圧を印加する場合について説明する。

第2図において、変調された高周波電圧の振れ幅が $V_1$ の時にはソースの電界強度が大きいので電極4, 5からプラズマへ供給される電子のエネルギーが大きくなり、プラズマ中の電子温度は全体的に高くなる。したがって、この時のプラズマ中の電子温度分布は、第3図における実

線Bで示す分布のように電子温度の高い領域に現われる。また、第2図において、高周波電圧の振れ幅が $V_2$ の時には、逆に電極4, 5からプラズマへ供給される電子のエネルギーが小さくなるので、プラズマ中の電子温度分布は、第3図の実線Cで示すように電子温度の低い領域に現われる。しかも、この電子温度分布の山BとCは、高周波電圧の変調の周期を短くすると、あたかも同時に存在するかのような様相を呈する。そのため、電極4, 5に印加する高周波電圧を変調することにより、イオンの生成に寄与する電子温度分布Bとラジカルの生成に寄与する電子温度分布Cをほぼ同時に得ることができる。また、これら2つの分布の山BとCは、第2図における $V_1$ と $V_2$ の大きさによって分布の山のピークの位置を制御することができ、第2図における $t_1$ と $t_2$ の比率によって分布の山のピークの大きさを制御することができる。このように、AM変調の制御によって、プラズマ中の電子温度分布の2つの山のピークの位置と大きさ

を制御することができるので、この電子温度分布の形状に対応して、プラズマ中のイオンとラジカルの生成割合を制御することができる。

本発明の第1の実施例においては、半円筒型電極4と5に印加する高周波電力にAM変調をかけることにより、プラズマ中のイオンの量とラジカルの量を制御しており、イオンはさらに高周波電力の印加される平行平板電極2, 3のソース間電位差によって制御され、半導体基板6上に垂直に加速入射される。したがって本実施例によれば高速エッチングにおいても、プラズマ中のイオンとラジカルの生成割合を、高周波電源8からの供給電力とは独立に、エッチングに最適な割合に制御することができるので、選択比とパターン寸法精度、エッチング速度との両立を図ることができる。

第4図は、本発明による第2の実施例を示したもので、プラズマ中のイオンとラジカルの生成割合を制御するために、第1図における半円筒型電極4と5に代わって、処理室外周に同軸

コイル18を設置し、これに印加する高周波電力にAM変調をかけたものである。本実施例の場合にも、同軸コイル18に印加する高周波電力を第2図に示すようにAM変調をかけてプラズマの電子温度分布を制御するものであり、前記第1の実施例と同じ効果を達成することができる。

尚、第1, 第2の実施例では、プラズマ発生手段を静電容量型の電極で構成する場合と同軸コイルで構成する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、高周波電力やマイクロ波などによりプラズマを発生させる手段であればよく、その高周波電力やマイクロ波に変調をかける構成であればよいことは明らかである。また変調波形は第2図に示されるような形に限定されるものではなく、プラズマ中の電子温度分布により、イオンとラジカルの生成割合を制御できるものであればよい。

第5図は、本発明の第3の実施例に係るエッチング装置の構成図であり、第1図に示す装置と同一装置には同一符号を付してその説明を省

略し、異なる部分についてのみ説明する。

本実施例では、処理室1の外周に同軸コイル19が設置され、直流電源20から第6図に示すような周期的に変化する直流電圧がコイル19に印加されるようになっている。本実施例の作用について説明する前に、その原理について述べる。

一对の平行平板電極間に生じたプラズマに電界と平行な方向に磁界を形成すると、プラズマ内の荷電粒子は磁界の回わりにサイクロトロン運動を行う。磁界強度が大きくなるとサイクロトロン運動のラーモア半径は小さくなり、径方向の拡散損失が磁界に抑えられてプラズマ密度が高くなる。したがって、プラズマのインピーダンスが小さくなってシース電界が減少するので、プラズマの電子温度は低くなる。逆に、磁界強度が小さくなると、径方向の拡散損失が大きくなってプラズマのインピーダンスが大きくなるので、シース電界が増大してプラズマの電子温度は高くなる。

この電子温度分布の山BとCは、第6図にお

ける $V_1$ と $V_2$ の大きさによって分布の山のピーク的位置を変えることができ、第6図における $T_1$ と $T_2$ の比率によって分布の山のピークの大きさを変えることができる。

このように、同軸コイル19に印加する直流電圧の $V_1$ と $V_2$ の大きさおよび $T_1$ と $T_2$ の比によって、プラズマの電子温度分布の2つの山のピーク的位置とその大きさを変えることができるので、この電子温度分布の形状に対応して、プラズマ内のイオンとラジカル生成割合を制御することができる。

#### 〔発明の効果〕

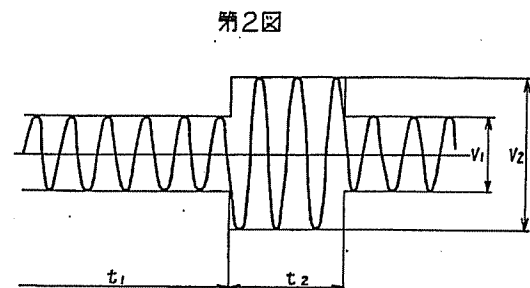
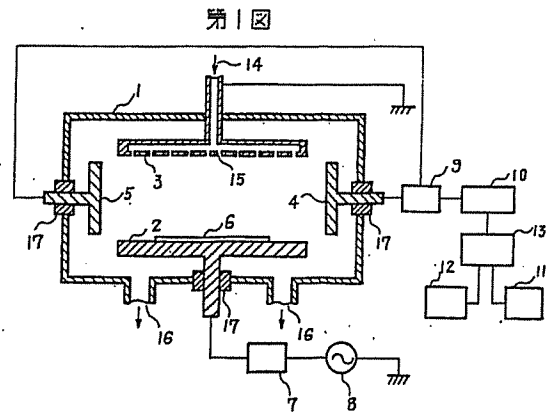
本発明によれば、プラズマ中のラジカルとイオンの生成割合を最適な値に制御することができるので、選択比とパターン寸法精度を両立させながら高速エッチングを達成することができ、生産性向上、製品の品質向上に効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

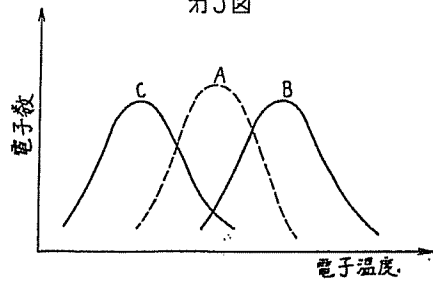
第1図は本発明の第1の実施例に係るドライエッチング装置の構成図、第2図はAM変調さ

れた高周波電力波形図、第3図はプラズマの電子温度分布を示す図、第4図は本発明の第2の実施例に係るドライエッチング装置の構成図、第5図は本発明の第3の実施例に係るドライエッチング装置の構成図、第6図は直流電圧波形図である。

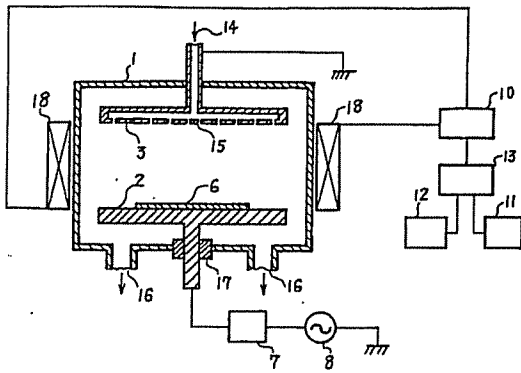
- |               |            |
|---------------|------------|
| 1…処理室         | 2,3,4,5…電極 |
| 6…半導体基板       |            |
| 7,9…マッチングボックス |            |
| 8…高周波電源       |            |
| 10…高周波パワーアンプ  |            |
| 11…標準信号発生器    | 12…変調信号発生器 |
| 13…AM変調器      | 17…絶縁体     |
| 18…同軸コイル      | 19…同軸コイル   |
| 20…直流電源       |            |



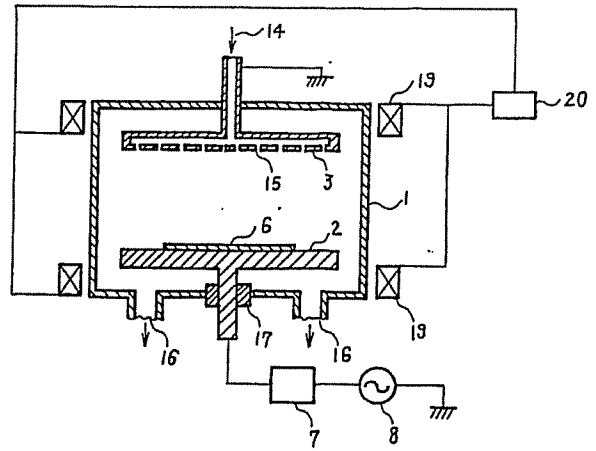
第3図



第4図



第5図



第6図

